

遥控表面张力漂浮船

王虹飞 / 广西壮族自治区南宁市卫国小学

指导教师 罗 俭 雷少玲

◎ 研究背景

在池塘里，我经常看见水黾等昆虫站在水面上，6只脚轻轻摆动就能漂出去很远，很有意思。通过网络查询，我知道了水黾借助水的表面张力，用脚就能站在水面上。如果我仿照水黾做一条船，也能利用水的表面张力漂浮，可以遥控着到处跑，一定很好玩。于是，我在老师和爸爸的指导下开始了研究。

通过网络查询资料后，我了解到，要完成这样一条船，需要解决以下问题。

◆ 船要借助表面张力浮在水面上，与水接触的材料表面必须有足够的疏水性，才能不刺破水面。身边的材料很少有满足这种要求的，需要使用疏水涂层，因此要研究疏水涂料。

◆ 产生浮力的材料是像水黾腿那样的细丝，还是更粗大的材料？这个需要实验过才知道。

◆ 用什么方式驱动这条船？是像水黾那样用桨划水前进，还是像普通的船那样在水下用螺旋桨驱动，或者是像飞机那样用空气螺旋桨驱动？

◆ 用遥控器怎么控制这条船？如何实现前进和拐弯？

◆ 这条船万一失去表面张力的支撑，怎么防止沉没？

◎ 研究过程

➤ 研究疏水涂料

具有疏水性的常见涂料有油脂、玻

璃胶、石蜡、荷叶漆等材料，于是我对这些材料进行了比较。油脂有较大的疏水角，但在水面上会形成油膜，污染环境，而且不耐久，因此放弃。

玻璃胶的主要成分是硅酮，具有疏水性。石蜡也具有疏水性。我把它们分别涂抹在玻璃片上，观察了它们与水的接触角。我发现，玻璃胶的接触角与石蜡差不多，但是石蜡柔软，容易磨损，受温度变化影响比较大，因此我选择玻璃胶充当疏水涂层。

➤ 研究浮力材料

船要利用水的表面张力漂浮，需要有合适的浮力材料。支撑水黾的脚非常细，能不能用更粗的材料制作呢？对此，我分别用0.15mm的细钢丝（纱窗的钢丝，见图1）、0.8mm铁丝、2mm竹签做了对比实验。将3种材料弯折好，都涂上玻璃胶，晾干后分别压入水中观察。

从观察对比可以看出，0.15mm钢丝效果最好，材料本身也最轻，因此，我决定选用0.15mm的钢丝。

➤ 涂层处理

玻璃胶很黏稠，直接涂在钢丝上，



图1 观察0.15mm的细钢丝排水效果

其表面会变得很粗糙，效果不好。因此，需要对玻璃胶进行稀释。四氯化碳能稀释玻璃胶，挥发速度快，因此我选用四氯化碳作为稀释剂。经过对比，1:20的比例比较合适，浸泡4次后的钢丝疏水效果比较好。

➤ 钢丝浮力测量

钢丝究竟能提供多大浮力？需要测量。测量装置如图2，钢丝长度为10cm，共2组4根，最小间距为2mm。

经过测试，测量装置最大能托起2.3g的物品，加上测量装置自身重量0.9g，计算得知，每厘米钢丝能提供的浮力为0.08g。

➤ 驱动系统选择

船要想前进，需要驱动装置。水黾是用脚划动水，想模仿这种前进方式对我来说太难，因此我采用螺旋桨驱动；考虑到螺旋桨在水里转动有可能被水草缠住，而且我希望结构尽可能简单，因此我选用空气螺旋桨驱动船。用表面张力托起来的船阻力很小，微风就能推动它，于是我选用小功率的微型直流电动机作为动力源。

➤ 控制系统的选择

要想方便地控制这条船，无线遥控是理想的方式。我决定用家里的微型遥控直升机模型的遥控器，因为它很小，适合用在我的表面张力船上。这个遥控器有3个控制通道，其中油门通道控制2个电动机的输出功率，方向通

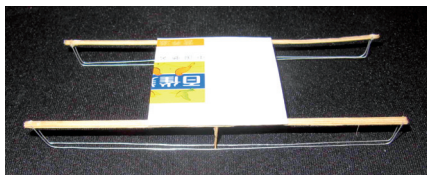


图2 钢丝浮力测量装置

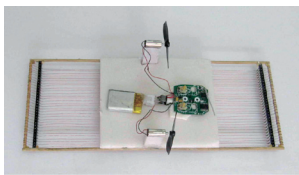


图3 制作完成的新船

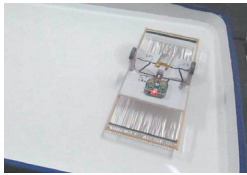


图4 在水槽里试航

道通过调节2个电动机的功率差实现转弯。因此，我选择遥控器的油门和方向这2个通道，分别控制2个电动机的输出功率和调节2个电动机的功率差，从而实现船的前进和拐弯。遥控接收机、电池、电动机、螺旋桨等器材的重量为12.5g。

设计船体

我把船体设计为3层。底层是浮力钢丝，每根浮力钢丝的长度为10cm，用3片齿距为2mm的锯齿状塑料片定位，固定在竹签上，每根竹签上固定4根钢丝。一共6根竹签，最大可以支撑19.2g重量。中间一层为甲板，用泡沫塑料板制作，它的强度能满足本作品要求，密度很小，浸入水中可以产生较大的浮力，这样就能在张力失效时避免船体沉没。上层为遥控器、电动机、电池等器材。遥控接收机、锂电池放在船体中间，2个电动机分立在船的左右。

改进

鉴于纱窗钢丝不容易拉直，而且钢丝在拉直的过程中需要加热，会使钢丝退火变软，达不到我原本希望钢丝不易变形的目的，因此我决定更换材料。经过寻找，我选择直径0.15mm的铜漆包线制作浮力金属丝。

固定浮力金属丝的锯齿状塑料片制作太费事，效果也不好。在爸爸的建议下，我改用电路板常用的排针作为定位元件。常见的排针有2.54mm和2mm

两种规格，实验结果表明，2.54mm的排针效果更好。

2.54mm的排针每根长为103mm，共有32根针，为了尽可能获得更多的浮力，我决定利用每一根排针，因此船体宽度为110mm，长度为221mm，共有32根浮力金属丝，每根浮力金属丝接触水的长度为200mm。

改进后的遥控器采用一体化的4通道小型直升机模型遥控器，接收机用3.7V电池供电。其中有2个通道是通过舵机控制的，把这2个舵机的电动机拆掉，换上船的动力电动机，用这2个遥控通道分别驱动2个电动机，从而实现船的前进、后退、拐弯以及原地旋转。电动机用50Ω电阻限流，满负荷时流经电动机的电流为62mA，电压为0.47V，功率为0.029W，2个电动机总功率0.058W。改进完成后的新船见图3。

制作好的新船总重量是24.2g，静态承重达到14g。

新船很灵活，能在340mm宽的水槽里完成原地旋转的动作。在邕江水面也能正常行驶。

作品特点

◆ 船底部有多根涂有疏水涂层的细金属丝，能利用表面张力支撑船体漂浮。

◆ 利用轻质泡沫板制作甲板，在上面放置遥控器、电池、电动机等部件。

◆ 利用空气螺旋桨驱动船移动，速度达到每分钟5m以上。

◆ 通过无线遥控远程操作，可完成前进、后退、拐弯、旋转等动作。

◆ 船体可通过安装大量的浮力金属丝，以获得较大负载，从而搭载各种微型仪器。

◆ 在浮力金属丝因风浪等原因刺破水面而失去表面张力支撑时，甲板可提供足够的浮力，避免船体沉没丢失。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目小学组技术与设计一等奖。

专家评语

项目对复杂水域探测提供了一种实践的手段，可在水面自由航行。不足之处是，船载重量受到很大限制，动力设计还存在一些可商榷之处。建议改善触水部件的设计，变钢丝条为钢丝爪形状，注意仿生学中的规律。■